

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-003692  
 (43)Date of publication of application : 07.01.2000

(51)Int.Cl.

H01J 37/26  
 H01J 37/22

(21)Application number : 10-181499  
 (22)Date of filing : 12.06.1998

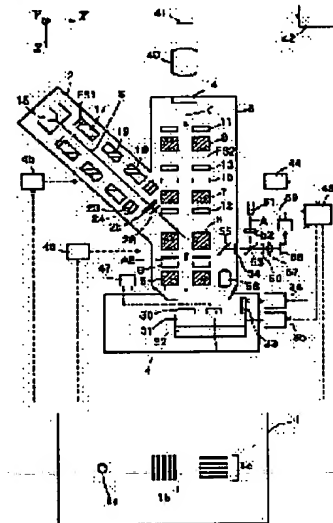
(71)Applicant : NIKON CORP  
 (72)Inventor : NISHIMURA HIROSHI  
 KATO KINYA

## (54) CHARGED PARTICLE BEAM MAPPING AND PROJECTION OPTICAL SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a charged particle beam mapping and projection optical system precisely and rapidly observing and inspecting samples, using reference marks optimum for a charged particle beam optical system and an off-axis optical system.

**SOLUTION:** An irradiating charged particle beam S emitted from an irradiating beam source 15 is injected on a light path switching means 6 through an irradiation optical system, thereafter it is injected on an object surface 30 through an objective optical system 5. Then, an observational charged particle beam K emitted from the object surface 30 is injected on the light path switching means 6 through the objective optical system 5, thereafter the observational charged particle beam K is lead to the direction different from the direction toward the irradiating beam source 15 by the light path switching means 6, to be injected on a detecting means 14 through an imaging optical system. Here, an alignment beam source 1a emitting alignment charged particle beams T is provided so that it can be positioned in place on the object surface 30, and reference marks 1b, 1c are provided on the same plane as the object surface 30, then an off-axis optical system detecting the reference marks 1b, 1c is provided separately.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-3692

(P2000-3692A)

(43) 公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 J 37/26

H 0 1 J 37/26

5 C 0 3 3

37/22

5 0 1

37/22

5 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 9 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-181499

(22) 出願日

平成10年6月12日(1998.6.12)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 西村 宏

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 加藤 欣也

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74) 代理人 100094329

弁理士 猪熊 克彦

Fターム(参考) 5C033 AA02 LL01 MM01 MM04 RR02

RR03 SS01 SS02 SS03 SS04

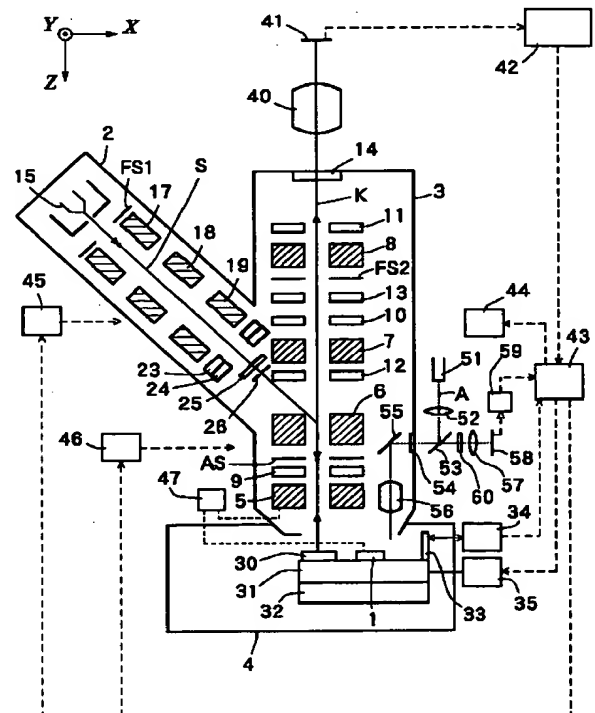
SS08 SS10 UU04

(54) 【発明の名称】 荷電粒子線写像投影光学系

(57) 【要約】

【課題】 荷電粒子線光学系及びオフアクシス光学系によって、最適な基準マークを用いて、試料を精度良く迅速に観察、検査できる荷電粒子線写像投影光学系を提供する。

【解決手段】 照射線源15から発した照射用荷電粒子線Sを照射光学系を介して光路切換手段6に入射させた後、対物光学系5を介して物体面30に入射させ、物体面30から放出された観察用荷電粒子線Kを対物光学系5を介して光路切換手段6に入射させた後、光路切換手段6によって照射線源15に至る方向とは異なる方向に観察用荷電粒子線Kを導き、結像光学系を介して検出手段14に入射させる荷電粒子線写像投影光学系において、物体面30の位置に配置できるように、アライメント用荷電粒子線Tを発するアライメント用線源1aを設け、物体面30と同一の平面上に基準マーク1b、1cを設け、基準マーク1b、1cを検出するオフアクシス光学系を別に設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】照射線源から発した照射用荷電粒子線を照射光学系を介して光路切換手段に入射させ、該光路切換手段を通過した前記照射用荷電粒子線を対物光学系を介して物体面に入射させ、該物体面から放出された観察用荷電粒子線を前記対物光学系を介して前記光路切換手段に入射させ、該光路切換手段によって前記照射線源に至る方向とは異なる方向に前記観察用荷電粒子線を導き、前記光路切換手段を通過した後の前記観察用荷電粒子線を結像光学系を介して検出手段に入射させる荷電粒子線写像投影光学系において、

前記物体面の位置に配置できるように、アライメント用荷電粒子線を発するアライメント用線源を設け、前記物体面と同一の平面上に基準マークを設け、該基準マークを検出するオフアクシス光学系を、前記対物光学系、光路切換手段及び結像光学系とは別に設けたことを特徴とする荷電粒子線写像投影光学系。

【請求項 2】照射線源から発した照射用荷電粒子線を照射光学系を介して光路切換手段に入射させ、該光路切換手段を通過した前記照射用荷電粒子線を対物光学系を介して物体面に入射させ、該物体面から放出された観察用荷電粒子線を前記対物光学系を介して前記光路切換手段に入射させ、該光路切換手段によって前記照射線源に至る方向とは異なる方向に前記観察用荷電粒子線を導き、前記光路切換手段を通過した後の前記観察用荷電粒子線を結像光学系を介して検出手段に入射させる荷電粒子線写像投影光学系において、

前記物体面と同一の平面内で移動可能に、アライメント用荷電粒子線を発するアライメント用線源を設け、該アライメント用線源を検出するオフアクシス光学系を、前記対物光学系、光路切換手段及び結像光学系とは別に設けたことを特徴とする荷電粒子線写像投影光学系。

【請求項 3】前記オフアクシス光学系は、光を用いた光学系であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の荷電粒子線写像投影光学系。

【請求項 4】前記オフアクシス光学系は、荷電粒子線を用いた光学系であることを特徴とする請求項 2 記載の荷電粒子線写像投影光学系。

【請求項 5】前記オフアクシス光学系は、走査型電子顕微鏡であることを特徴とする請求項 4 記載の荷電粒子線写像投影光学系。

【請求項 6】前記アライメント用線源の前記物体面における発光形状は、点形状、線形状、十文字形状又は L 字形状のうちの少なくとも 1 つの形状を有することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項記載の荷電粒子線写像投影光学系。

【請求項 7】前記アライメント用荷電粒子線の初期エネルギーは、前記観察用荷電粒子線の初期エネルギーと同等であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項

記載の荷電粒子線写像投影光学系。

【請求項 8】前記アライメント用線源は、冷陰極で形成されたことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項記載の荷電粒子線写像投影光学系。

【請求項 9】前記アライメント用線源と、前記対物光学系の物体面側の面との間に、前記アライメント用荷電粒子線を加速する電位差を設けたことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項記載の荷電粒子線写像投影光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、荷電粒子線写像投影光学系に関し、特に電子ビームやイオンビーム等の荷電粒子線を用いて物体面の観察、検査等を行うための荷電粒子線写像投影光学系に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より微細化、高集積化した半導体素子等の観察、検査をするために、電子ビーム等を用いた荷電粒子線顕微鏡が多く用いられている。荷電粒子線顕微鏡の中には、走査型電子顕微鏡 (SEM) の他に、写像型電子顕微鏡と呼ばれるものがある。走査型電子顕微鏡が、いわゆる点から点への照明・結像を行う顕微鏡であるのに対して、写像型電子顕微鏡は、面から面への照明・結像が可能な顕微鏡である。近年、こうした写像型電子顕微鏡の荷電粒子線写像投影光学系の開発が盛んに行われている。

【0003】荷電粒子線光学系の構成を、以下簡単に説明する。まず、電子銃より発せられた 1 次電子ビーム

(照射用電子線) は、1 次光学系 (照射光学系) を通過して、イー・クロス・ビー (E×B) と呼ばれる電磁ブリズムに入射する。イー・クロス・ビーを通過した後の 1 次電子ビームは、カソードレンズ (対物光学系) を通過して、その断面形状が線形状又は矩形状又は円、楕円状である電子ビームとなって、試料を落射照明する。試料に 1 次電子ビームが照射されると、試料で反射する比較的エネルギーの高い反射電子ビームと、試料から放出される低エネルギーの 2 次電子ビームとが発生する。これらの電子ビームのうち、通常、2 次電子ビームが結像に用いられる。2 次電子ビーム (観察用電子線) は、カソードレンズを通過して、イー・クロス・ビーに入射する。イー・クロス・ビーを通過した 2 次電子ビームは、2 次光学系 (結像光学系) を通過して、電子ビーム検出器に入射する。この電子ビーム検出器に入射した 2 次電子ビームの情報を基に、試料の観察、検査等を行うことになる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の荷電粒子線光学系を用いて、試料を精度良く迅速に観察、検査するためには、その観察、検査に係る試料の位置 (座標) を、正確に把握する必要がある。そのため、荷電粒子線

光学系にオフアクシス光学系を設置することが考えられる。オフアクシス光学系を用いた場合のアライメントを、以下簡単に説明する。まず、ステージを移動させて、荷電粒子線光学系及びオフアクシス光学系にて、ステージ上の基準マークを検出して、ベースライン（オフアクシス量）を求める。次に、試料上のアライメントマークをオフアクシス光学系にて検出する。これにより、ステージ上での試料の相対的な位置が確定するので、その後、前に求めたベースラインに応じてステージを移動させ、荷電粒子線光学系にて試料の観察、検査を行う。

【0005】しかし、光を用いた光学顕微鏡をオフアクシス光学系として用い、一般的に光学式露光装置等で用いるライン・アンド・スペース・パターンを基準マークとした場合、荷電粒子線光学系でそのライン・アンド・スペース・パターンを検出することは難しかった。また、スクライブラインのような溝形状を基準マークとした場合、光学顕微鏡では充分検出できても、荷電粒子線光学系では充分検出できなかった。すなわち、光で良く見えるマークであっても、必ずしも荷電粒子線では良く見えず、荷電粒子線光学系とオフアクシス光学系の双方にとって最適な基準マークを選ぶことが難しかった。したがって本発明は、荷電粒子線光学系及びオフアクシス光学系にとって、最適な基準マークを用いて、試料を精度良く迅速に観察、検査することが可能な荷電粒子線光学系を提供することを課題とする。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、すなわち、添付図面に付した符号をカッコ内に付記すると、本発明は、照射線源（15）から発した照射用荷電粒子線（S）を照射光学系を介して光路切換手段（6）に入射させ、光路切換手段（6）を通過した照射用荷電粒子線（S）を対物光学系（5）を介して物体面（30）に入射させ、物体面（30）から放出された観察用荷電粒子線（K）を対物光学系（5）を介して光路切換手段（6）に入射させ、光路切換手段（6）によって照射線源（15）に至る方向とは異なる方向に観察用荷電粒子線（K）を導き、光路切換手段（6）を通過した後の観察用荷電粒子線（K）を結像光学系を介して検出手段（14）に入射させる荷電粒子線写像投影光学系において、物体面（30）の位置に配置できるように、アライメント用荷電粒子線（T）を発するアライメント用線源（1a）を設け、物体面（30）と同一の平面上に基準マーク（1b、1c）を設け、基準マーク（1b、1c）を検出するオフアクシス光学系を、対物光学系（5）、光路切換手段（6）及び結像光学系とは別に設けたことを特徴とする荷電粒子線写像投影光学系である。

【0007】また本発明は、照射線源（15）から発した照射用荷電粒子線（S）を照射光学系を介して光路切換手段（6）に入射させ、光路切換手段（6）を通過し

た照射用荷電粒子線（S）を対物光学系（5）を介して物体面（30）に入射させ、物体面（30）から放出された観察用荷電粒子線（K）を対物光学系（5）を介して光路切換手段（6）に入射させ、光路切換手段（6）によって照射線源（15）に至る方向とは異なる方向に観察用荷電粒子線（K）を導き、光路切換手段（6）を通過した後の観察用荷電粒子線（K）を結像光学系を介して検出手段（14）に入射させる荷電粒子線写像投影光学系において、物体面（30）と同一の平面内で移動可能に、アライメント用荷電粒子線（T）を発するアライメント用線源（1a）を設け、アライメント用線源（1a）を検出するオフアクシス光学系を、対物光学系（5）、光路切換手段（6）及び結像光学系とは別に設けたことを特徴とする荷電粒子線写像投影光学系である。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面によって説明する。図1～5は、本発明による荷電粒子線光学系の第1実施例を示す。図1は、荷電粒子線光学系の概略図を示す。荷電粒子線光学系の外観部は、主に1次コラム2と2次コラム3とチャンパー4とで構成されている。それらには、真空排気系（不図示）が設置されている。そして、真空排気系のターボポンプによる排気によって、荷電粒子線光学系の内部は真空状態になっている。チャンパー4の内部には、Xステージ駆動部35によってX方向に移動可能なXステージ31と、Yステージ駆動部（不図示）によってY方向に移動可能なYステージ32が設置されている。Xステージ31上には、基準板1、試料30、X移動鏡33、Y移動鏡（不図示）が載置されている。

【0009】図1に示すように、1次コラム2の内部に設置された電子銃15から照射される1次電子ビームSは、1次光学系を通過して、イー・クロス・ビー6に入射する。ここで、1次光学系は、視野絞りFS1、照射レンズ17、18、19、アライナ23、24、スキャン用アライナ25、アパーチャ26等で構成されている。また、照射レンズ17、18、19は電子レンズであり、例えば円形レンズ、4極子レンズ、8極子レンズ等が用いられる。1次電子ビームSは、イー・クロス・ビー6によって、その光路が偏向された後、開口絞りASに達し、この位置で電子銃15のクロスオーバーの像を形成する。開口絞りASを通過した1次電子ビームSは、第1アライナ9を通過した後、カソードレンズ5によるレンズ作用を受けて、試料30をケーラー照明する。

【0010】試料30に1次電子ビームSが照射されると、試料30からは、その表面形状、材質分布、電位の変化等に応じた分布の2次電子ビームK及び反射電子ビームが発生する。このうち、主に2次電子ビームKが観察用電子ビームとなる。2次電子ビームKの初期エネルギー

ギーは低く、0.5～2 eV 程度である。試料 30 から放出された 2 次電子ビーム K は、カソードレンズ 5、第 1 アライナ 9、開口絞り AS、イー・クロス・ビー 6、2 次光学系の順に通過した後、電子ビーム検出器 14 に入射する。ここで 2 次光学系は、結像レンズ前群 7、結像レンズ後群 8、ステグメータ 12、13、第 2 アライナ 10、第 3 アライナ 11、視野絞り FS2 等で構成されている。また、視野絞り FS2 は、カソードレンズ 5 と結像レンズ前群 7 に関して、試料 30 と共役な位置関係となっている。また、2 次光学系の結像レンズ前群 7 及び結像レンズ後群 8 は電子レンズであり、例えば円形レンズ、4 極子レンズ、8 極子レンズ等が用いられる。

【0011】電子ビーム検出器 14 の検出面に入射した 2 次電子ビーム K は、2 次光学系によって、拡大された試料 30 の像を形成する。ここで、電子ビーム検出器 14 は、電子を増幅するための MCP (Micro Channel Plate) と、電子を光に変換するための蛍光板と、真空状態に保たれた 2 次コラム 3 の外部に変換された光を放出するための真空窓とから構成されている。電子ビーム検出器 14 から放出された光、すなわち試料 30 の光学像は、リレーレンズ 40 を透過して、CCD 等の撮像素子 41 に入射される。そして、撮像素子 41 に入射した光は、光電信号に変換されて、第 1 コントロールユニット 42 に伝達される。更に、第 1 コントロールユニット 42 に伝達された光電信号は、画像信号に変換されて、CPU 43 に伝達される。この画像信号がディスプレイ 44 に伝達され、試料 30 の像はディスプレイ 44 上に表示されることになる。

【0012】また CPU 43 は、その制御信号を第 1 電圧制御部 45、第 2 電圧制御部 46、電磁界制御部 (不図示) に送る。ここで、第 1 電圧制御部 45 は 1 次光学系の電圧制御を行い、第 2 電圧制御部 46 はカソードレンズ 5、第 1 アライナ 9、2 次光学系の電圧制御を行い、電磁界制御部はイー・クロス・ビー 6 の電磁界制御を行う。また CPU 43 にて、その制御信号を X ステージ駆動部 35、Y ステージ駆動部に送信し、X 干渉計 34、Y 干渉計 (不図示) からステージの位置情報を受信することで、複数の試料の観察、検査を順次行うことができる。

【0013】一方、本第 1 実施例による荷電粒子線光学系は、オフアキシス光学系として光学顕微鏡を備えている。レーザーダイオード等の光源 (不図示) から導かれたファイバ 51 より射出されたアライメント用光束 A は、レンズ 52 によって収束光となり、ハーフミラー 53 に入射する。ハーフミラー 53 で反射したアライメント用光束 A は、真空窓 54 に入射する。ここで、真空窓 54 は、真空状態に保たれた 2 次コラム 3 の内部及び外部へアライメント用光束 A を入出射するための平行板である。真空窓 54 を透過したアライメント用光束 A は、

ミラー 55 で反射した後、対物レンズ 56 中の開口絞り (不図示) 上に結像し、透過して、X ステージ 31 上の物体面をケーラー照明する。

【0014】物体面で反射したアライメント用光束 A は、対物レンズ 56、ミラー 55、真空窓 54 を通過した後、ハーフミラー 53 に入射する。ハーフミラー 53 を透過したアライメント用光束 A は、指標板 60、レンズ 57 を透過した後、CCD 58 に入射して、CCD 58 上に物体面の像を形成する。このときの CCD 58 上の像による光電信号は、第 2 コントロールユニット 59 に伝達され、そこで画像信号に変換された後、CPU 43 に伝達される。なお、本第 1 実施例では、オフアキシス光学系の CCD 58 から CPU 43 に至る信号処理を画像処理としたが、その代わりに、一般的に光学式投影露光装置で用いている LSA (Laser Step Alignment) や LIA (Laser Interferometric Alignment) としても良い。また、本第 1 実施例では、オフアキシス光学系の光路分割手段として、ハーフミラー 53 を用いたが、その代わりに、偏向ビームスプリッターを用いても良い。

【0015】次に図 2 にて、イー・クロス・ビー 6 の構成作用について説明する。同図 (A) に示すように、電子銃 15 から発せられた 1 次電子ビーム S は、1 次光学系によるレンズ作用を受けて収束し、イー・クロス・ビー 6 に入射した後、イー・クロス・ビー 6 の偏向作用によりその軌道 (光路) が曲げられる。これは、同図 (B) に示すように、互いに直交する電界 E と磁界 B の中を、電荷 q の電子 (1 次電子ビーム S) が、+Z 方向に速度 v にて進むとき、-X 方向に働く電界による力  $F_E (= qE)$  と磁界による力  $F_B (= qvB)$  との合力を受けるためである。これによって、1 次電子ビーム S の軌道は、XZ 平面内で曲げられる。

【0016】一方、1 次電子ビーム S が照射された試料 30 から発生した 2 次電子ビーム K は、カソードレンズ 5 によるレンズ作用を受けて、カソードレンズ 5 の焦点位置に配置される開口絞り AS を通過し、イー・クロス・ビー 6 に入射した後、イー・クロス・ビー 6 をそのまま直進する。これは、以下の理由による。図 2 (C) に示すように、互いに直交する電界 E と磁界 B の中を、電荷 q の電子 (2 次電子ビーム K) が、-Z 方向に速度 v にて進むとき、-X 方向に働く電界による力  $F_E$  と、+X 方向に働く磁界による力  $F_B$  との合力を受ける。このとき、電界による力  $F_E$  と磁界による力  $F_B$  との絶対値は、等しく ( $E = vB$ ) なるように、すなわちウィーン条件を満たすように設定されている。したがって、電界による力  $F_E$  と磁界による力  $F_B$  とは互いに相殺され、2 次電子ビーム K が受ける見かけ上の力はゼロになり、2 次電子ビーム K はイー・クロス・ビー 6 の中を直進することになる。以上のように、イー・クロス・ビー 6 は、そこを通過する電子ビームの光路を選択する、いわゆる

電磁プリズムとしての機能をもつ。

【0017】次に図3にて、第1実施例による荷電粒子線光学系の基準板1の構成について説明する。基準板1上には、点パターン1aと、ライン・アンド・スペース・パターン1b、1cが形成されている。点パターン1aは、荷電粒子線によるリソグラフィ工法によって、冷陰極上に形成した自己発光パターンである。点パターン1aは、例えば直径80nm程度の円形状である。そして、この点パターン1aは、アライメント用電子ビームTを発するアライメント用線源、すなわち荷電粒子線光学系の基準マークとなる。ここで、冷陰極とは、初期エネルギーが低い電子ビームを放出する、いわゆる自己発光型の線源である。この初期エネルギーの値は、前述した試料30から放出される2次電子ビームKの初期エネルギーの値に近似している。冷陰極1としては、例えばMOS型トンネル冷陰極、Poly-Si/i-Si/n-Si陰極、シリコンフィールドエミッター等がある。

【0018】他方、ライン・アンド・スペース・パターン1b、1cは、例えば基準板1のシリコン基板上のメタルに、幅4 $\mu$ mにて等間隔に配列した縦横の線状パターンであり、光学式投影露光装置にて形成した試料30上のアライメントマークと同形状となっている。そして、このライン・アンド・スペース・パターン1b、1cは、オフアクシス光学系の基準マークとなる。ここで、点パターン1aと、ライン・アンド・スペース・パターン1b、1cとの相対的な位置は既知となっている。

【0019】なお、本第1実施例では、オフアクシス光学系の基準マークとして、ライン・アンド・スペース・パターン1b、1cを用いている。ところが、このオフアクシス光学系の基準マークは、オフアクシス光学系での検出に適した幾何学パターンであれば良いので、オフアクシス光学系の基準マークを、荷電粒子線光学系の基準マークと共通のマーク、すなわち冷陰極上に形成した点パターン1aとすることもできる。その際、基準板1上のライン・アンド・スペース・パターン1b、1cは不要となる。

【0020】次に図4及び図5にて、第1実施例の冷陰極を用いた場合の荷電粒子線光学系のアライメントについて簡単に説明する。まず図4のように、Xステージ駆動部35及びYステージ駆動部を介して、Xステージ31及びYステージ32を移動させて、Xステージ31上の基準板1の点パターン1aを荷電粒子線光学系のカソードレンズ5下方に配置する。更に、CPU43に送られる電子ビーム検出器14で検出した点パターン1aの像の情報と、X干渉計34及びY干渉計で検出したステージ位置の情報とを、Xステージ駆動部35及びYステージ駆動部にフィードバックしながら、点パターン1aの位置が、正確に荷電粒子線光学系の光軸位置となるよ

うに調整する。

【0021】次に図5のように、Xステージ31及びYステージ32を移動させて、Xステージ31上の基準板1のライン・アンド・スペース・パターン1b、1cを、オフアクシス光学系の対物レンズ56下方に配置する。更に、CPU43に送られるCCD58で検出したライン・アンド・スペース・パターン1b、1cの像の情報と、X干渉計34及びY干渉計で検出したステージ位置の情報とを、Xステージ駆動部35及びYステージ駆動部にフィードバックしながら、ライン・アンド・スペース・パターン1b、1cと、オフアクシス光学系の指標板60のパターンとを一致させる。前述したように、点パターン1aと、ライン・アンド・スペース・パターン1b、1cとの相対的な位置関係は既知であるので、上記手順を経て、荷電粒子線光学系の光軸とオフアクシス光学系の光軸との距離、いわゆるベースラインBLを求めることができる。

【0022】以上のように、ベースラインBLを求めた後、Xステージ31及びYステージ32を移動させて、Xステージ31上の試料30をオフアクシス光学系の対物レンズ56下方に配置する。更に、CPU43に送られるCCD58で検出した試料30上のアライメントマークの像の情報と、X干渉計34及びY干渉計で検出したステージ位置の情報とを、Xステージ駆動部35及びYステージ駆動部にフィードバックしながら、試料30上のアライメントマークと、オフアクシス光学系の指標板60のパターンとを一致させる。ここで、試料30と、試料30上のアライメントマークの相対的な位置関係は既知であるので、Xステージ31上での試料30の位置が確定する。最後に、試料30が荷電粒子線光学系の照射位置に配置されるように、前に求めたベースラインBLに応じて、Xステージ31及びYステージを移動させた後、試料30の観察、検査を行う。

【0023】以上のように、本第1実施例によれば、荷電粒子線光学系及びオフアクシス光学系にとって、それぞれ最適な基準マークを選択することができるので、試料30を精度良く迅速に観察、検査することが可能になる。なお、本第1実施例によるオフアクシス光学系の基準マークは、基準板1の一部に、ライン・アンド・スペース・パターン1b、1c等の幾何学パターンを形成したものであったが、その代わりに、幾何学パターンを形成した面発光レーザを用いても良い。その際、図1における照明系、すなわち、光源、ファイバ51、レンズ52、ハーフミラー53は不要となる。また、本第1実施例によるオフアクシス光学系は、その結像倍率を上げることによって、単なるアライメント用顕微鏡としてではなく、レビュー用顕微鏡として用いることもできる。

【0024】次に図6にて、本発明による荷電粒子線光学系の第2実施例を示す。図6は、荷電粒子線光学系の概略図を示す。本第2実施例では、オフアクシス光学系

として、前記第1実施例の光学顕微鏡の代わりに、写像型電子顕微鏡を用いている。そして、荷電粒子線光学系とオフアクシス光学系の共通の基準マークとして、基準板1の冷陰極上に形成した点パターン1aを用いている。点パターン1aより放出したアライメント用電子ビームTは、カソードレンズ61、結像光学系の順に通過した後、電子ビーム検出器14に入射する。ここで結像光学系は、荷電粒子線光学系の2次光学系と同様に、開口絞りAS3、結像レンズ前群62、視野絞りFS3、結像レンズ後群63等で構成されている。電子ビーム検出器14に入射したアライメント用電子ビームTは、結像光学系によって、点パターン1aの像を形成する。この点パターン1aの像は、電子ビーム検出器14にて光学像に変換された後、リレーレンズ64を透過して、撮像素子41に入射される。そして、撮像素子41に入射した光は、光電信号に変換されて、第1コントロールユニット42に伝達される。更に、第1コントロールユニット42に伝達された光電信号は、画像信号に変換されて、CPU43に伝達される。

【0025】CPU43に送られる撮像素子41で検出した点パターン1aの像の情報と、X干渉計34及びY干渉計で検出したステージ位置の情報とを、Xステージ駆動部35及びYステージ駆動部にフィードバックしながら、点パターン1aの位置が、正確にオフアクシス光学系の光軸位置となるように調整する。以下、前記第1実施例と同様に、ベースラインBLを求めた後、試料30の観察、検査を行う。以上のように、本第2実施例においても、荷電粒子線光学系及びオフアクシス光学系にとって、それぞれ最適な基準マークを選択することができるので、試料30を精度良く迅速に観察、検査することが可能になる。なお本第2実施例では、オフアクシス光学系として、写像型電子顕微鏡を用いているが、その代わりに、走査型電子顕微鏡を用いても良い。本実施例でも第1実施例と同様に、アライメントでもレビューをも行える。前記レビューを行う際に、オフアクシス光学系として走査型電子顕微鏡を用いると、容易に高倍率を得ることができる。

【0026】なお本第1及び第2実施例では、基準板1上の荷電粒子線光学系用の基準マークに、点パターン1aを用いたが、その代わりに、ライン・アンド・スペース・パターン、十字マーク、L字マークを用いても良い。また本実施例では、荷電粒子線光学系及びオフアクシス光学系の位置を固定して、Xステージ31及びYステージ32を移動することで、荷電粒子線光学系及びオフアクシス光学系に対して、試料30及び基準板1を相対移動させているが、それとは逆に、Xステージ31及びYステージ32を固定して、荷電粒子線光学系及びオフアクシス光学系を移動させても良い。

【0027】また本実施例では、イー・クロス・ビー6にて、1次電子ビームSの軌道を曲げ、2次電子ビーム

Kを直進させているが、これとは逆に、1次電子ビームSを直進させ、2次電子ビームKの軌道を曲げる構成としても良い。また本実施例では、電子ビームを用いた荷電粒子線光学系について示したが、電子ビームの代わりに、イオンビームを用いた荷電粒子線光学系としても良い。また本実施例の荷電粒子線光学系は、観察装置及び検査装置の単体装置としてではなく、半導体露光装置等にも簡単に応用することができる。

#### 【0028】

【発明の効果】以上のように本発明では、荷電粒子線写像投影光学系に最適な基準マークとして、自己発光するアライメント用線源を用い、オフアクシス光学系にとっても最適な基準マークを選択することで、試料を精度良く迅速に観察、検査することが可能な荷電粒子線写像投影光学系を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例による荷電粒子線光学系を示す概略図である。

【図2】荷電粒子線光学系のイー・クロス・ビーの(A)概略図と、(B)1次電子ビームに作用する電界と磁界を示す概略図と、(C)2次電子ビームに作用する電界と磁界を示す概略図である。

【図3】荷電粒子線光学系の基準板上の基準マークを示す概略図である。

【図4】本発明の第1実施例による荷電粒子線光学系にて基準マークを検出している状態を示す概略図である。

【図5】本発明の第1実施例による荷電粒子線光学系のオフアクシス光学系にて基準マークを検出している状態を示す概略図である。

【図6】本発明の第2実施例による荷電粒子線光学系を示す概略図である。

#### 【符号の説明】

- |                         |              |
|-------------------------|--------------|
| 1…基準板                   |              |
| 1a…点パターン                |              |
| 1b、1c…ライン・アンド・スペース・パターン |              |
| 2…1次コラム                 | 3…2次コラム      |
| 4…チャンバー                 | 5、61…カソードレンズ |
| 6…イー・クロス・ビー             |              |
| 7、62…結像レンズ前群            | 8、63…結像レンズ後群 |
| 9…第1アライナ                | 10…第2アライナ    |
| 11…第3アライナ               |              |
| 12、13…スティグメータ           |              |
| 14…電子ビーム検出器             | 15…電子銃       |
| 17、18、19…照射レンズ          |              |
| 23、24…アライナ              | 25…スキャン用アライナ |
| 26…アパーチャ                | 30…試料        |
| 31…Xステージ                | 32…Yステージ     |

11

12

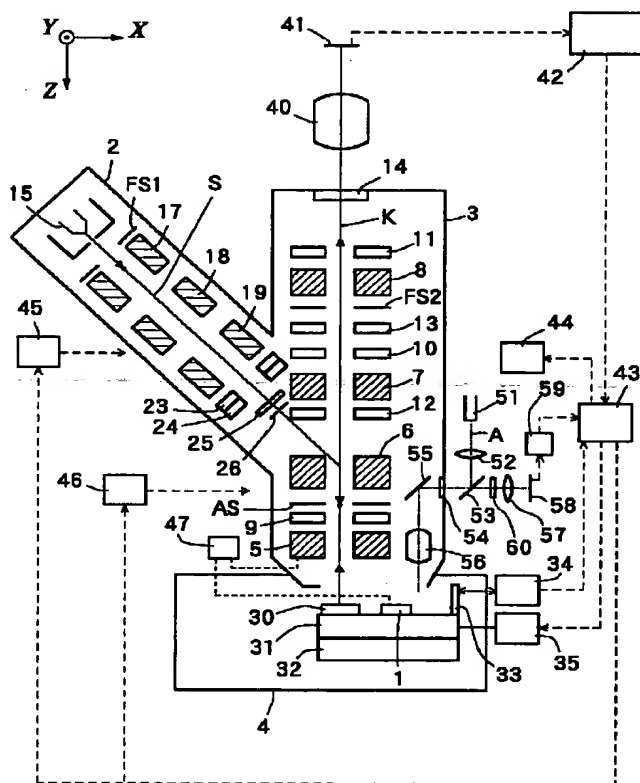
33…X移動鏡  
 35…Xステージ駆動部  
 レンズ  
 41…撮像素子  
 ールユニット  
 43…CPU  
 45…第1電圧制御部  
 部  
 47…加速用電源  
 51…ファイバ

34…X干渉計  
 40、64…リレー  
 42…第1コントロ  
 44…ディスプレイ  
 46…第2電圧制御

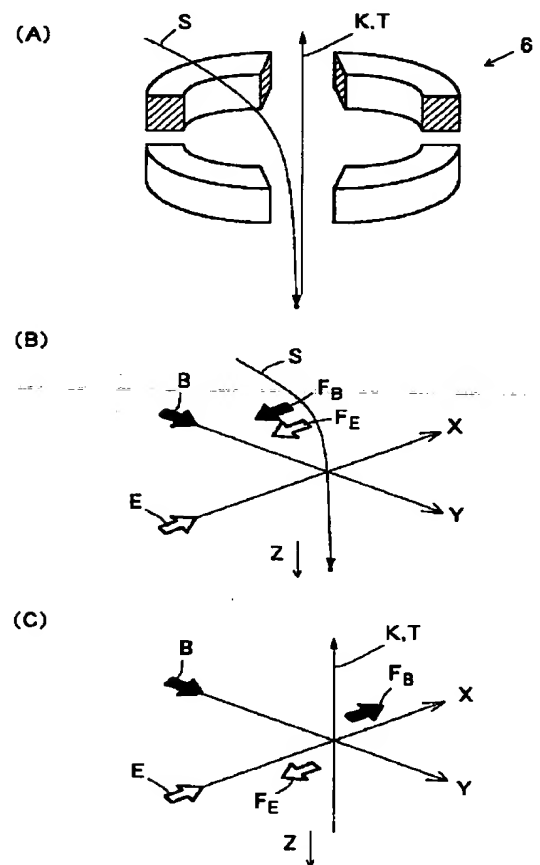
52、57…レンズ 10

53…ハーフミラー  
 54…真空窓  
 56…対物レンズ  
 59…第2コントロールユニット  
 60…指標板  
 FS1、FS2、FS3…視野絞り  
 AS、AS3…開口絞り  
 T…アライメント用電子ビーム  
 A…アライメント用  
 光束  
 S…1次電子ビーム  
 K…2次電子ビーム

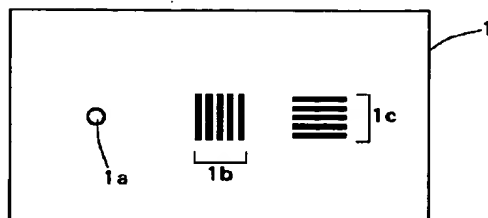
【図1】



【図2】

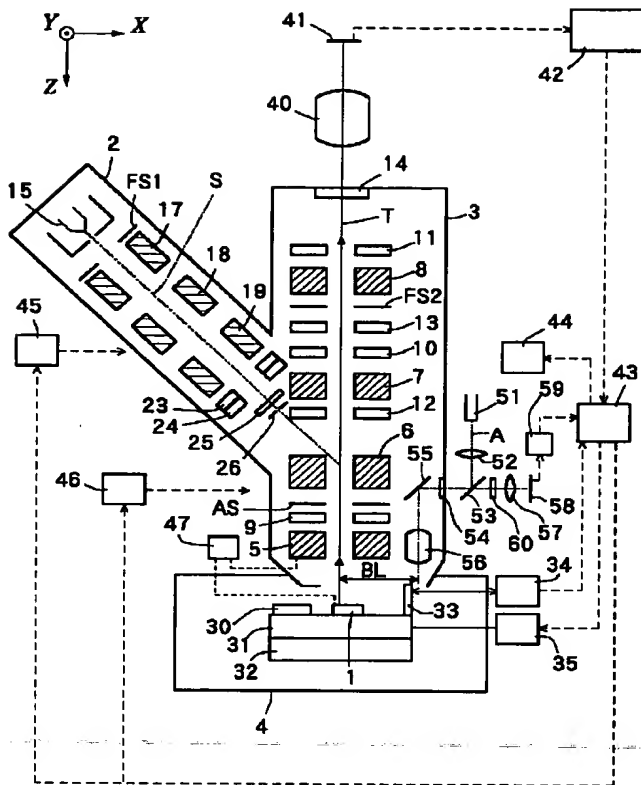


【図3】

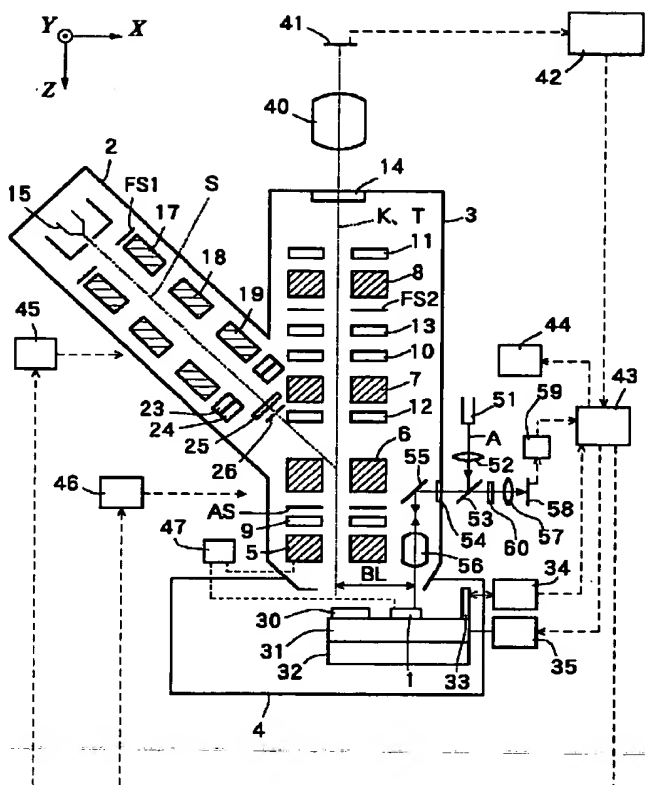




【図4】



【図5】



【図6】

